

燃气发电安全监管报告

二〇一三年十二月

燃气发电具有能源转换效率高、污染物排放少、启停迅速、运行灵活等特点。近年来，我国燃气发电产业持续快速发展，为优化能源结构、促进节能减排、缓解电力供需矛盾、确保电网安全稳定发挥了重要作用。

为切实加强燃气发电安全监督管理，提高燃气发电机组安全可靠运行水平，促进燃气发电产业健康发展，国家能源局于 2013 年组织开展了燃气发电机组运行安全专项监管行动。根据燃气发电机组运行安全专项行动和全国电力安全生产大检查工作情况，编制《燃气发电安全监管报告》。

一、基本情况

近年来，随着我国天然气资源的大规模开发利用，国家“西气东输”、近海天然气开发和引进国外液化天然气等工作全面展开，燃气发电产业持续发展，燃气发电装机容量不断增加，机组运行总体平稳。

（一）装机容量

据统计¹，截至 2012 年底，全国燃气发电企业共有 150 余家，燃气发电机组 600 多台（套）²，总装机容量 4027.8 万千瓦，约占全国发电机组总装机容量的 3.52%。其中，F 级³、E 级等大中型燃气机组 132 台（套），3696 万千瓦，占总装机容量的 90% 以上，E 级以下（B 级及轻型）小型燃气发电机组虽然数量多，但装机容量小。

1、集中式天然气发电。截至 2012 年，集中式天然气发电 167 台（套），装机容量 3882.6 万千瓦，占全国燃气发电总装机容量的 96.4%，主要分布在广东、江苏、上海、浙江、福建、北京等地区。

¹ 该部分数据由国家能源局派出机构统计汇总。

² 含煤层气（瓦斯）发电机组。

³ 天然气在燃烧室燃烧后进入透平的温度是燃机的主要运行参数，通常以燃机透平入口温度划分燃机级别。其中，G 级、H 级透平入口温度在 1400℃ 左右，燃机出力通常在 30-40 万千瓦；F 级透平入口温度在 1300℃ 左右，燃机出力通常在 20-30 万千瓦；E 级透平入口温度 1200℃ 左右，燃机出力通常在 10-20 万千瓦；B 级透平入口温度在 1100℃ 以下，燃机出力通常在 10 万千瓦以下。

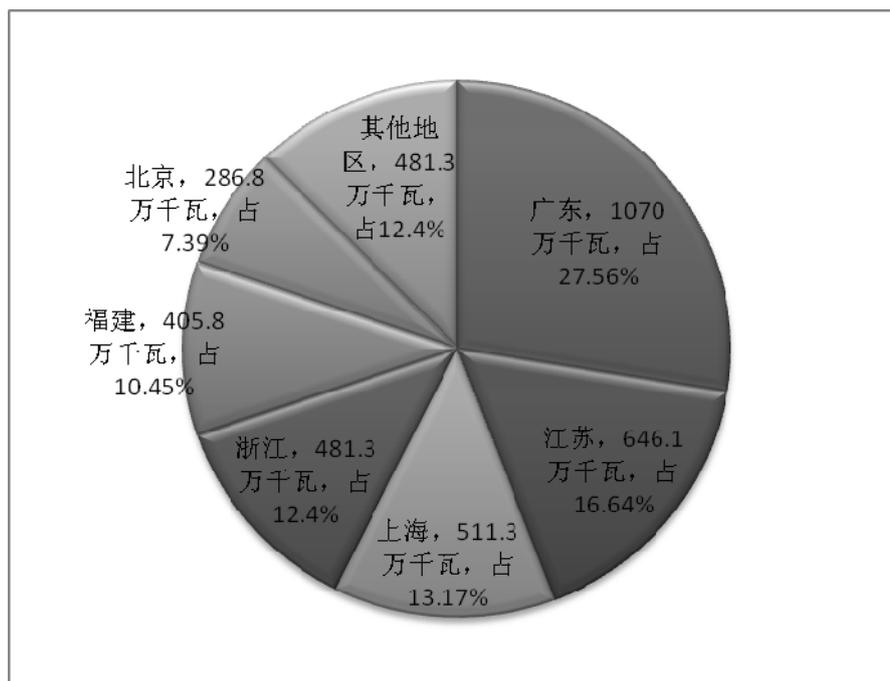


图 1 集中式天然气发电装机分布情况（截至 2012 年底）

2、分布式天然气发电。我国分布式天然气发电还处于起步阶段，2010 年装机容量约 200 万千瓦。

专栏 1 天然气分布式能源示范项目

华电广州大学城分布式能源站一期工程于 2009 年 10 月正式投产，安装有 2 台 78000 千瓦燃气-蒸汽联合循环机组，综合能源利用率达 78% 以上，可满足周围 10 所大学 20 万师生热、电、冷能的需要。

2012 年 6 月，国家发改委、财政部、住建部、国家能源局等 4 部门公布了首批国家天然气分布式能源示范项目，分别是华电泰州医药城楼宇型分布式能源站工程（4000 千瓦），中海油天津研发产业基地分布式能源项目（4358 千瓦），北京燃气中国石油科技创新基地能源中心项目（13312 千瓦）和华电湖北武汉创意天地分布式能源站项目（19160 千瓦）。此外，上海、江西、广西等地区也开展了天然气分布式冷热电系统示范性项目的建设。

3、非常规天然气发电。截至 2012 年底，全国煤矿瓦斯发电装机容量约 110 万千瓦。页岩气发电随着页岩气开采技术的引进和发展已经进入研究阶段。

专栏2 山西、云南煤层气发电情况

山西省有煤层气(瓦斯)发电企业 60 多家,瓦斯发电机组 360 多台(套),装机容量超过 70 万千瓦。其中,晋煤集团寺河瓦斯发电厂总装机容量 12 万千瓦,年发电量约 8.4 亿千瓦时。

云南曲靖市先后建成 9 个瓦斯发电站,机组 22 台,装机容量 1.1 万千瓦,累计发电 5300 万千瓦时;另有 7 个瓦斯发电站正在建设中。

4、**煤气化联合循环发电。**目前,我国规划和建设的煤制气项目约 60 个,总产能接近 2600 亿立方米。煤气化联合循环发电示范项目已经投入运行。

专栏3 整体煤气化联合循环发电示范项目

2012 年,我国第一座煤气化联合循环发电示范项目华能天津 IGCC 示范电站正式投产。电站建有一套 2000 吨/天两段式干煤粉加压气化炉,相应配套一台 E 级燃气发电机组,装机 26.5 万千瓦。

(二) 运行方式

除部分地区供热机组外,我国燃气发电机组多以调峰调频为主,采用昼开夜停的两班制运行方式。目前,调峰调频机组容量约占燃气发电机组总容量的 70%。

(三) 年发电量

2012 年,全国 6000 千瓦以上燃气发电机组发电量为 1092 亿千瓦时,同比增长 0.39%,占全国发电量的 2.19%。

(四) 利用小时

受调峰调频需要和天然气供应影响,我国燃气发电机组启停次数较多、年利用小时数较低,且地区差异较大。

表 1 部分地区燃气机组年平均启停次数、利用小时

地区 \ 时间	2010 年		2011 年		2012 年	
	启停次数	利用小时	启停次数	利用小时	启停次数	利用小时
广东	171	3292	161	3059	137	2663
江苏	92	3349	59	4804	93	4617
上海	54	2279	69	2045	73	2167
浙江	72	2680	83	3192	96	2722
福建	179	2987	224	3601	185	3535
北京	63	5345	52	5012	85	4430

（五）等效可用系数⁴

2012 年，全国燃气机组等效可用系数 91.18%，比燃煤机组低 1.17 个百分点。

表 2 2010 - 2012 年部分地区燃气机组等效可用系数（%）

地区 \ 年份	2010 年	2011 年	2012 年
广东	86	83.63	88.5
江苏	94.09	90.67	96.61
上海	89.56	92.38	89.3
浙江	96.59	92.6	91.91
福建	/	88.6	87.64
北京	88.96	90.54	91.82

（六）非计划停运

2012 年，全国燃气机组非计划停运率 0.22%，比燃煤机组低 0.24 个百分点。

⁴ 本部分数据源自可靠性中心统计

表3 2010 - 2012 年部分地区燃气机组非计划停运情况

项目 地区	2010 年			2011 年			2012 年		
	停运率 (%)	次数	时间 (小时)	停运率 (%)	次数	时间 (小时)	停运率 (%)	次数	时间 (小时)
广东	1.06	1.6	55.78	2.9	1.93	150.98	0.39	0.88	19.45
江苏	0	0	0	0	0	0	0	0.11	0.28
上海	0.8	0.29	24.61	1.23	0.53	41.64	0.73	0.75	22.78
浙江	0.04	0.12	0.9	1.02	0.53	35.29	1.34	0.29	42.9
福建	/	/	/	0.15	0.88	4.73	0.02	0.25	0.77
北京	0.62	2.18	35.1	0.69	1.17	39.27	0.88	0.66	43.54

表4 2010 - 2012 年部分燃气机型非计划停运情况

项目 机 型		2010 年		2011 年		2012 年	
		次数	时间 (小时)	次数	时间 (小时)	次数	时间 (小时)
GE	PG9351FA/B	8	135.27	20	1623.77	14	1198.22
	PG9171E	0	0	0	0	4	103.65
西门子	SGT5-4000F	1	160.23	6	278.71	1	30.23
	SGT5-2000E	6	66.64	1	5.35	0	0
三菱	M701F3/4	3	51.4	4	899.67	0	0
	M701DA	0	0	0	0	0	0

二、存在主要问题

(一) 燃气发电核心技术未完全掌握，制约燃气发电产业发展

目前，国内制造企业与国外企业合作中在关键技术方面存在壁垒，对燃气发电核心技术还不完全掌握，主要表现在以下几个方面：

1、燃机设计制造中燃烧器、透平叶片等热部件完全依靠进口，发展存在瓶颈。国内制造企业虽然能够制造、组装燃气发电机组，但在整机设计、热部件材料制造以及冷却和隔热涂层等关键技术方面尚未实现实质性突破，燃机燃烧器、透平叶片等热部件仍完全依靠进口。

2、**整机检修维护依赖原厂商，维修费用昂贵。**受设备设计制造核心技术不掌握的制约，国内对整机检修维护核心技术掌握不深、不透，机组检修维护、改造升级、部件更换等都依赖原厂商，主要部件发生故障需返厂检修，检修维护费用昂贵。

专栏 4 检修维护依赖厂家案例

◆ 三菱 M701F 燃机每次检修轮换下来的热通道部件的可用状态（是否需要报废）、检修等级（重度、轻度）等均须由三菱公司判断。如需要检修维护，也只能送三菱授权的三菱东方燃气轮机（广州）有限公司。

专栏 5 检修维护费用昂贵事例

◆ 燃机动叶、静叶、护环、燃烧器等主要部件必须送到燃机制造厂的修理厂检修，费用占总检修费用的 90%。

◆ 国内燃气电厂大部分依托制造厂家服务协议模式来管理燃机设备，检修维护费用居高不下。例如，国内 F 级机组检修维护费用一般都超过 3000 万元/台·年，某 6F 级燃气电厂机组设备生产厂商 CSA（合约式服务协议）报价为 2 台燃机 3.2 亿元/大修周期。

3、**机组运行中燃烧参数不能自主调整，运行安全存在隐患。**燃烧调整为原厂商的核心技术，必须由原厂商进行。燃机发电企业没有掌握整机燃烧调整的标准和参数，运行人员不能通过燃烧自动调整确保机组在燃烧脉动最小和在排放最佳点运行，不利于有效控制安全状况和开展异常诊断、分析。

专栏 6 燃烧参数不能自主调整造成事故案例

2013 年 12 月 4 日，上海燃机电厂在设备供应商进行燃机燃烧调整试验时，3 台机组先后发生跳闸，全厂对外停电，具体原因正在调查当中。

(二) 燃气发电设备设计制造质量存在问题，影响机组运行可靠性

近年来，国内燃气发电机组存在设计制造质量问题，压气机、燃烧器及热通道部件、发电机、燃气系统等故障多发，尤以 F 级机组较为突出。

表 5 部分型号燃气机组主要故障次数统计⁵（截至 2013 年 7 月）

项目 机组型号	统计机 组数量 (台/套)	故障次数（按故障部位）			
		压气机	燃烧器及热通道部件	发电机	燃气系统
PG9351FA/B	26	18	22	19	10
SGT5-4000F	15	3	4	3	1
M701F3/F4	16	8	2	3	3
总 计	59	29	28	25	14

1、压气机存在质量缺陷，运行中发生叶片断裂等事故。部分机型压气机由其原机型模块化设计而成，缺少必要的试验校核等后续工作，不能适应频繁启停、变工况运行，出现压气机叶片断裂等事故；部分机型压气机转子由于拉杆螺栓与轮盘结合面设计不合理导致三级轮盘出现裂纹。

专栏 7 F 级燃气机组压气机故障典型案例

珠江天然气发电有限公司（珠江电厂）2008 年 6 月发生#2 机压气机 R0 叶片断裂；2013 年 7 月发生#1 机压气机 S2 叶片断裂。华电戚墅堰电厂 2008 年 9 月发生压气机 S1、S5 级静叶断裂，部分其他叶片撞击损伤、多数叶片松动；2011 年 11 月发生压气机 R0 叶片断裂，IGV 导叶损坏严重，#1 机压气机动、静叶及进口导叶全部损坏，压气机缸体严重损坏。

深圳东部电厂、广东惠州燃气发电公司引进的 F 级机组出现压气机转子三级轮盘裂纹，经返厂改造后隐患消除。

⁵ 本数据源自中国电机工程学会燃气轮机专业委员会统计。

表 6 部分 9F 机组压气机故障记录

项目 企业名称	机组 编号	断裂 叶片	裂纹 叶片	故障 时间	运行 小时	点火 次数	跳闸 次数
威墅堰电厂	#1	S1/S5		2008-9	11753.9	224	23
		R0		2010-11	/	143	/
	#2		R0	2008-2	/	172	/
			S0	2010-3	16426	409	/
余姚电厂	#1		R1	2011-6	6400	470	/
			R1	2013-3	10600	590	/
	#2		R1	2012-9	10900	479	/
			R1	2013-4	11800	530	/
珠江电厂	#2	R0		2008-6	4627	126	11
	#1	R1		2013-7	29798	1289	/
晋江电厂	#1	S3		2012-1	10374	579	28
	#4		R0	2012-2	5305	353	13
	#2		R1	2012-12	12517	764	22
张家港电厂	#1	S1		2010-2	16149.4	570	/
上海漕泾电厂	#1	S1		2010-6	20400.4	/	/
望亭电厂	#2		R0	2011-3	18431	498	/

2、燃烧器及热通道部件存在质量缺陷，实际运行时间缩短。国内引进机组存在燃烧器及热通道部件质量缺陷，实际运行时间普遍达不到原厂家设计值，需提前修理或报废。

专栏 8 燃烧器及热通道部件质量缺陷案例

珠江电厂 9F 机组 2011 年#2 燃机透平一、二、三级叶片在启停约 700 次时发生大量提前报废情况，进行了叶片更换处理，其中一级动叶报废率达 85%，达不到启停 900 次的设计值，经确认为设备制造缺陷。

东莞中电新能源热电有限公司 9E 燃机三级动叶存在制造缺陷，需要更换处理。

3、发电机存在质量缺陷，多次返厂检修。部分 E 级燃机发电机和 F 级国产化燃机发电机存在制造、装配质量问题，发电机返厂检修频繁。

专栏 9 E 级燃机发电机典型故障

华电湖北武昌热电有限公司（机组型号 PG9171E）于 2010 年、2011 年发生燃机发电机转子接地和开路故障。

专栏 10 国产化 F 级燃机发电机制造质量问题

部分 GE F 级燃机发电机集电环导电螺钉与中心孔导体出现接触不良、转子引线螺钉连接铜片断裂；发电机导电螺钉上部 S 弯下固定螺母锁紧方式及焊接质量控制存在问题，返厂检修。

部分三菱 F 级燃机发电机发生匝间短路，返厂检修。

部分西门子 F 级燃机发电机定子铁芯夹紧环松动导致机组振动异常，返厂检修。

（三）机组性能不能完全适应运行要求和环境条件，影响设备寿命
我国燃气发电机组大部分引进国外技术，不能完全适应国内运行方式和运行环境，设备维修周期和使用寿命相应缩短。

专栏 11 燃机频繁启停情况

◆ 电网调峰需要启停。燃气发电厂基本采用日启停运行方式。2013 年 1-8 月，上海 13 台燃气机组共启停 684 次；浙江 30 台燃气机组共启停 2884 次；福建 10 台燃气机组共启停 1188 次。

◆ 供气方式影响启停。部分地区燃气发电企业由于日分配用气量少，机组被迫频繁启停。如 2013 年，江苏供气量比 2012 年最好水平下降 40%，1-8 月份 6 家燃气电厂机组启停次数同比大幅增加，特别是 1-3 月份，每家电厂每天只有 10-30 万方气，机组每天只在电网高峰并网运行 3-5 小时，启停频繁。

1、机组启停频繁，缩短设备检修周期。燃气发电因电网调峰需要以及部分地区“照付不议”的供气合同规定影响，机组启停频繁，热通道部件

普遍存在涂层脱落、裂纹、烧损，使用寿命缩短。

表 7 部分燃气机组维修周期计算原则

机型	设计检修周期	计算原则	折合计算
三菱 M701F3	小修: 运行 8000 小时或启停机 300 次 (2 年) 中修: 运行 16000 小时或启停机 600 次 (6 年) 大修: 运行 48000 小时或启停机 1800 次 (12 年)	以折合 EOH 运行小时和实际启动次数先达到者计算的	在计算时, EOH=实际运行小时+等效启停次数 X 一次启停等效运行时间。 正常启停一次时, 等效运行时间为 20 小时。 满负荷跳闸相当 6 次正常启停。
GE PG9351 9FA	小修: 运行 8000 小时或启停机 450 次 (2 年) 中修: 运行 24000 小时或启停机 900 次 (6 年) 大修: 运行 48000 小时或启停机 2400 次 (12 年)	以折合运行小时和折合启动次数先达到者计算的	对于零负荷时跳闸等效次数为 2 次, 而对于 60%至 100%满负荷时跳闸等效次数为 8 次。 每天调峰运行, 必然是以启动次数计算检修周期。
西门子 SGT5-4 000F	小修: 运行 8300 小时 (2 年半) 中修: 运行 25000 小时 (6 年) 大修: 运行 50000 小时 (12 年)	以 EOH 等效运行小时计算	在计算时, EOH=实际运行小时+等效运行小时。 正常启停一次时, 等效运行时间为 10 小时。 满负荷跳闸相当于 100 小时 EOH。

专栏 12 GE 燃气机组频繁启停对寿命的影响

以 GE 燃气机组为例, 设计运行 24000 小时机组需中修。如两班制运行, 每次启停运行约 16 小时, 启停 900 次后机组即进行中修, 实际运行仅 14400 小时, 比设计运行时间减少近 10000 小时。

2、环境条件恶劣, 增加设备更换频次。受空气质量及成分的影响, 燃气机组易出现进气滤芯积灰、积尘、堵塞现象, 过滤器更换周期明显缩短, 压气机叶片结垢腐蚀, 影响机组出力和效率。

专栏 13 空气过滤器更换情况

近年来, 北京地区燃气电厂使用国产滤芯寿命仅有半年左右, 改用进口滤芯使用寿命也只为国外电厂使用寿命的一半。

山东金能公司 2 台燃机在运行 14894 小时和 9200 小时后, 透平叶片因盐腐蚀损毁。

3、部分机组 AGC 调节不能完全满足调度规定要求。燃气-蒸汽联合循环机组蒸汽轮机调节较燃机工况变化速度存在迟缓，AGC 调节更依赖燃气轮机出力调整，其响应速度受到影响，不能完全满足个别地区调度机构规定要求，且机组在负荷大幅度频繁变化时热部件寿命也受到影响。

专栏 14 燃气联合循环机组调峰特性

由于燃气-蒸汽联合循环机组变工况时，燃机可按其固有负荷速率提前改变负荷，但汽机受运行方式及余热锅炉换热惯性影响，负荷跟踪较慢，致使联合循环达不到响应要求，待汽机负荷跟踪到位后，燃机会出现负荷“回调”现象，机组 AGC 调节达不到个别地区 5%MCR/min 的规定要求。

（四）燃气发电并网运行存在薄弱环节，影响安全生产

1、机组在非安全区域运行，增加停机概率。部分燃气发电企业和调度机构对机组非安全区域不掌握，运行方式安排不合理，机组运行负荷没有远离燃烧模式切换点，极易造成机组强迫停运和燃烧室部件损坏。

2、二次系统安全防护管理不完善，存在安全漏洞。部分企业二次系统安全防护管理工作不到位，存在问题整改不及时、不彻底，安全防护策略不符合规定，安全防护装置不符合要求。

专栏 15 二次系统安全防护不符合规定案例

淮安电厂配置了横向隔离装置、纵向加密认证装置和纵向隔离防火墙，实现了物理层面与公用网络安全隔离，做到生产控制大区专网专用，但存在网络拓扑图分散在各个部门且不标准、主机安全加固策略缺失等问题。

3、分布式和非常规天然气发电还需要不断总结提高。分布式天然气发电以及非常规天然气发电还处于起步示范阶段，关键零部件制造、系统集成还不够成熟，有关组织设计、施工安装、运行维护和安全管理工作需要不断总结、分析。

4、燃机专业技术力量不足，不能适应燃机产业快速发展需要。目前，

我国燃气发电专业技术人才短缺，且流动性大，尤其是掌握燃机运行维护经验的专业技术力量储备不足，专业技术力量不满足燃机快速发展需要，给电厂安全生产带来隐患。

专栏 16 专业技术力量不足案例

- ◆ 浙江有四个燃气发电项目，都是从当地 1 家燃气发电企业抽调人员，两年来已经抽调 60 多人，导致该企业整体专业技术力量下降较多。
- ◆ 江苏望亭、戚墅堰、吴江和仪征等燃气电厂参加工作年限不到两年的员工比例超过 50%，实际运行维护经验还存在不足。

5、安全管理基础不牢固，长效机制尚未有效建立。部分燃气发电企业安全生产工作机制不健全，规章制度和作业规程不完善，安全生产管理不规范，运行维护水平不高，技术监督管理不到位，隐患排查治理工作不深入。

专栏 17 安全管理不到位案例

国家能源局派出机构在核查中发现，鞍山钢铁公司第二发电厂存在未制定燃气轮机超速、轴瓦损坏、轴系断裂、燃气系统泄露爆炸等事故防范措施，未及时修编运行、检修规程，外委单位管理不规范等问题。

6、风险管控措施不完善，事故防范不到位。部分燃气发电企业反事故措施落实不到位，危险源辨识与风险评估不深入，人身事故防范措施不完善，风险管控能力不强。

专栏 18 燃气爆燃典型事故

2012 年 6 月 6 日，北京太阳宫燃气热电有限公司发生调压站 MCC 控制间爆燃事故，造成 2 人死亡，1 人重伤。事故原因为燃气机组调压站置换管路逆止阀损坏，加之运行人员误操作，导致天然气反窜至氮气置换间，扩散到 MCC 控制间发生爆炸。

（五）燃气发电无序发展问题较为突出，天然气供应与发电不协调有关项目审批单位、天然气供应企业、电力调度机构、燃气发电企业

在燃气机组装机容量与天然气供应量、发电用气量与发电量、供气方式与电网调峰等方面没有有效衔接，发电、供气存在不协调现象。

1、部分地区燃机规模不断增加，天然气供应量不足。部分地区没有根据燃气供应能力和电网结构等因素，统筹考虑燃气发电规模、布局和建设时序，存在无序发展、区域布局不合理、气源难以支撑等问题，气电协调难度大。

专栏 19 江苏省发电用气供应不足情况

江苏省处于天然气供应管网末端，统调燃气发电机组天然气供应有限，基本采用“以气定电”原则。2012年8月份以来，江苏省燃气发电机组总容量同比增加42%，但2013年前8个月全省天然气供应总量同比下降6.7%，发电用气供应不足。

2、天然气需求季节性不平衡，部分时段气电供需存在矛盾。我国天然气消费和电力需求季节性特征明显，冬季社会用气量大且处于用电高峰，春秋季节发电供气有保障而电力负荷相对较低，存在气电供需矛盾，部分地区部分时段存在有气时无电力需求、需要发电时又缺气的现象。

专栏 20 北京冬季供气紧张、机组限出力情况

2010年和2012年冬季，北京市由于天然气供应趋紧，部分燃气机组发电能力受限，影响电力供需平衡，电网两次启动蓝色预警。

3、天然气供气方式不灵活，燃气发电机组调峰能力受限。天然气供应通常按照“照付不议”合同签订，没有考虑发电调峰和电力供应的需要，将年供气量平均分配至每日向燃气发电企业供气，燃气发电机组只能按“以气定电”原则运行，限制了燃气机组调峰能力。

专栏 21 天然气供应限制发电调峰情况

2013年上半年，浙江省管道天然气同比增加13.62%，但发电用气合计减少3.32%，发电用天然气供应缺口0.89亿立方米，少发电量4.5亿千瓦时。

4、部分地区气电应急机制不完善，安全风险潜在。部分地区天然气供应企业与燃气发电企业之间未建立应急沟通协调机制，应急预案不能相互衔接，如因灾害、故障、检修或外力破坏等造成天然气管道泄漏或阀门关闭，将出现大量燃机停运，影响电力系统稳定和燃气发电机组安全。特别是单一管道供气地区，还将影响到城市热力供应和居民供暖。

专栏 22 北京突发事件减供天然气风险

北京市响应国家大气污染防治行动计划，市区范围内燃煤发电机组将逐步关停，采用天然气热电联产发电方式来提供热力、电力，其中取暖、供热无法通过区域外送来解决，突发事件减供天然气将引起热力、电力保障危机。

（六）相关配套政策和有关标准规范需要进一步完善

1、天然气发电面临气价不断上涨的压力。管道天然气和电力均由行政定价，价格政策直接关系天然气发电企业经营状况。近年来天然气价格大幅上涨，按当前天然气发电上网电价机制和部分地区补贴政策标准，企业经营压力日益加大，影响到安全生产投入和燃气发电产业发展。

2、天然气发电调峰补偿机制不够完善。燃气发电机组在为电网调峰调频作出贡献的同时，也增加了设备检修、维护成本。但部分地区未充分考虑燃气机组调峰调频成本，燃气机组参与电网调峰调频未获补偿或补偿标准偏低，天然气发电调峰补偿机制需进一步认证、完善。

3、安全技术标准和规程规范制定滞后。目前，我国燃气发电只有部分类型的设计规定、验收试验等技术规范和部分机型的运行维护规程，缺少天然气发电厂规划建设导则、设备安装施工规范、运行管理规范 and 操作规程等规程规范，标准体系不健全，技术标准制定滞后，不能满足燃气发电安全运行需要。

专栏 23 燃气发电仅有的技术标准目录

DL/T 5174-2003 燃气-蒸汽联合循环电厂设计规定

DL/T 851—2004 联合循环发电机组验收试验

DL/T 384-2010 9FA 燃气-蒸汽联合循环机组运行规程

DL/T 793-2012 发电设备可靠性评价规程

DL/T 1214-2013 9FA 燃气-蒸汽联合循环机组维修规程

三、监管意见

(一) 落实安全生产主体责任。燃气发电企业要切实加强安全生产工作的组织领导，完善责任体系，健全工作机制，落实主体责任，进一步提高安全生产能力和水平。

(二) 深化隐患排查治理工作。燃气发电企业要落实《电力安全隐患监督管理暂行规定》，吸取燃气机组事故教训，深入开展隐患排查治理工作，查找和治理各类安全生产隐患，强化风险管控，确保安全。

(三) 优化燃气机组运行方式。电力调度机构要根据电网运行、天然气供应情况和机组运行特性，科学安排燃气机组运行方式，在满足负荷需求和调峰需要的前提下，合理分配机组负荷，尽量避免机组频繁启停和深度调峰，确保机组安全运行。

(四) 提高机组设备可靠水平。燃气发电企业要加强设备技术资料管理，加强设备状态监测、诊断和分析，监控机组运行参数和曲线，开展机组性能和设备状态评估，做好易损部件的监测和维护，提高机组运行可靠性；积极组织同类型机组“家族性”设备缺陷的升级改造，提高机组设备健康水平。

(五) 加强应急管理工作。燃气发电企业要建立健全应急管理体系，完善事故应急预案并加强培训和演练，建立和完善与有关部门、天然气企业、电网企业应急协联动调机制。完善燃气系统特别是燃气管线、调压站等主要部位的防火防爆应急管理工作，防范火灾或爆炸事故。

(六) 加强专业技术教育培训。燃气发电企业要总结运行、维护、检修经验，加强对专业技术人员尤其是基层运行维护人员的教育培训，加强专业技术人才梯队建设，加大对优秀青年人才和专业技术带头人的培养力度，提高专业技术水平。

附表一：

全国并网燃气发电机组情况表（截至 2012 年底）

地区	机组数量 /台（套）	容量 /万千瓦	占全国比例	F 级		E 级		E 级以下	
				机组数量 /台（套）	容量 /万千瓦	数量 /台（套）	机组容量 /万千瓦	数量 /台（套）	机组容量 /万千瓦
广东	47	1085.63	26.95%	13	507	30	551.03	4	27.6
江苏	25	646.1	16.04%	10	359.8	15	286.3	/	/
上海	20	511.26	12.69%	9	350.4	11	160.86	/	/
浙江	17	481.28	11.95%	10	427.98	2	23.4	5	29.9
福建	12	405.8	10.07%	10	374.6	2	31.2	/	/
北京	8	286.8	7.12%	3	209	2	50.8	3	27
河南	4	156	3.87%	4	156	/	/	/	/
山西	372	82.42	2.05%	/	/	/	/	372	82.424
海南	7	52.96	1.31%	/	/	2	27.76	5	25.2
山东	39	45.96	1.14%	/	/	/	/	39	45.962
内蒙古	2	39	0.97%	/	/	2	39	/	/
青海	2	39	0.97%	/	/	2	39	/	/
湖北	2	36.15	0.90%	/	/	2	36.15	/	/
辽宁	1	30	0.74%	1	30	/	/	/	/
陕西	9	26.4	0.66%	/	/	/	/	9	26.4
天津	2	24.7	0.61%	/	/	1	17.1	1	7.6
四川	29	23.12	0.57%	/	/	/	/	29	23.12
新疆	4	19.45	0.48%	/	/	/	/	4	19.452
西藏	1	18	0.45%	/	/	1	18	/	/
宁夏	2	12.8	0.32%	/	/	/	/	2	12.8
吉林	1	5	0.12%	/	/	/	/	1	5
总计	606	4027.84	100.00%	60	2414.78	72	1280.6	474	332.46

附表二：

国内主流大中型燃气机组⁶装机情况（截至 2012 年底）

型号		厂家		
		通用电气 (GE)	西门子 (SIEMENS)	三菱 (MHI)
F 级	型号	PG9351FA/B	SGT5-4000F	M701F3/4
	数量 /台 (套)	26	16	16
	容量 /万千瓦	1078.3	641.9	652.6
E 级	型号	PG9171E	SGT5-2000E	M701DA
	数量 /台 (套)	60	8	2
	容量 /万千瓦	1020.2	161.2	44.6
合计	数量 /台 (套)	88	24	19
	容量 /万千瓦	2098.5	813.1	697.2

⁶ 2001 年至今，国家组织了第三批燃气轮机发电机组“打捆招标”和后续招标，以市场换技术，通过引进美国通用电气 (GE)、德国西门子 (SIEMENS) 和日本三菱 (MHI) 等公司的燃气发电机组，实行国产化制造，整机国产化率达到 70%，目前国内已经具备年产 40 套以上 E 级、F 级燃气轮机发电机组的制造能力。

附表三：

主要企业燃气装机情况（截至 2012 年底）

企业名称	燃气机组数量/台（套）	装机容量/万千瓦
华能集团	13	432
大唐集团	4	77
华电集团	24	621
国电集团	1	8
中电投集团	6	180
中海油集团	11	305
深能集团	14	318